



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008105155/28, 11.02.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.02.2008

(45) Опубликовано: 27.05.2009 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: ШУЛЬГИН Б.В., МИЛЬМАН И.И.,  
КРУЖАЛОВ А.В., ЧЕРЕПАНОВ А.Н.,  
УПОРОВА Ю.Ю., КИДИБАЕВ М.М.,  
КОРОЛЕВА Т.С. О  
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ  
КРИСТАЛЛОВ NaF:U, ОБЛУЧЕННЫХ  
РЕАКТОРНЫМИ НЕЙТРОНАМИ //  
ПРОБЛЕМЫ СПЕКТРОСКОПИИ И  
СПЕКТРОМЕТРИИ: МЕЖВУЗ. СБ. НАУЧ.  
ТР. - ЕКАТЕРИНБУРГ: УГТУ-УПИ, 2008,  
вып.24, с.132. RU 2303276 C1, 20.07.2007. SU  
1403809 A1, 27.03.1995. US 3600579 A,  
17.08.1971.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул.Мира, 19,  
УГТУ-УПИ, центр интеллектуальной  
собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Черепанов Александр Николаевич (RU),  
Шульгин Борис Владимирович (RU),  
Мильман Игорь Игоревич (RU),  
Кружалов Александр Васильевич (RU),  
Упорова Юлия Юрьевна (RU),  
Ищенко Алексей Владимирович (RU),  
Королева Татьяна Станиславна (RU),  
Кидибаев Мустафа Мусаевич (KG)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ" (RU)

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РАБОЧЕГО ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ДЕТЕКТОРА НЕЙТРОНОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области  
дозиметрии нейтронного излучения и может  
быть пригодно для стационарного контроля  
плотности потока и флюенсов нейтронов в  
активной зоне ядерных реакторов, для  
периодического контроля доз нейтронного  
облучения реакторных конструкционных  
материалов, для решения задач радиационного  
материаловедения, для использования в  
качестве детекторов сопровождения изделий и  
предметов медицинского назначения при их  
стерилизации в ядерном реакторе, а также для  
высокотемпературных измерений флюенсов  
нейтронов в сверхглубоких скважинах. Для

получения рабочего вещества для ТЛД  
нейтронов на основе фторида натрия,  
активированного ураном, готовят исходную  
шихту в виде смеси ингредиентов, в которую,  
кроме фторида натрия, активированного  
ураном, дополнительно вводят примеси  
скандия и меди при следующем соотношении  
ингредиентов (мол.%): NaF 99,887-99,988,  
 $UO_2(NO_3)_2$  0,001-0,01,  $ScF_3$  0,01-0,1,  $CuF_2$  0,001-  
0,003, после чего смесь исходных ингредиентов  
расплавляют и из расплава выращивают  
рабочее вещество для ТЛД нейтронов в виде  
кристаллов методом Киропулоса на воздухе.  
Технический результат - получение рабочего  
вещества для термолюминесцентного

детектора нейтронов, имеющего основной рабочий пик ТСП в высокотемпературной области при 520-525°С, они устойчивы к флюенсам нейтронов ядерного реактора до

$10^{16}$ - $10^{18}$  см<sup>-2</sup>, запасают под действием нейтронов светосумму и из-за малого фединга способны хранить светосумму в течение нескольких лет. 2 ил.

RU 2 3 5 7 2 7 3 C 1

RU 2 3 5 7 2 7 3 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008105155/28, 11.02.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**11.02.2008**

(45) Date of publication: **27.05.2009 Bull. 15**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul.Mira, 19, UGTU-  
UPI, tsentr intellektual'noj sobstvennosti, T.V.  
Marks**

(72) Inventor(s):

**Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),  
Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),  
Mil'man Igor' Igorevich (RU),  
Kruzhlov Aleksandr Vasil'evich (RU),  
Uporova Julija Jur'evna (RU),  
Ishchenko Aleksej Vladimirovich (RU),  
Koroleva Tat'jana Stanislavna (RU),  
Kidibaev Mustafa Musaevich (KG)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovaniya  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet-UPI" (RU)**

## (54) METHOD OF OBTAINING WORKING SUBSTANCE FOR THERMOLUMINESCENT NEUTRON DETECTOR

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: present invention relates to dosimetry of neutron radiation and can be used for stationary control of flux density and neutron fluence in the radiation zone of nuclear reactors, for periodic monitoring of the dosage of neutron radiation of reactor construction materials, for radiative study of materials, for use as detectors for tracking objects and medical purpose objects during sterilisation in a nuclear reactor, as well as for high-temperature measurement of neutron fluence in super-deep wells. To obtain the working substance for the thermoluminescent neutron detector based on sodium fluoride, activated by uranium, the initial reaction mixture is prepared in form of a mixture of ingredients, in which, besides sodium fluoride which

is activated by uranium, also contains admixtures of scandium and copper in the following ratio of ingredients (mol.%): NaF 99.887-99.988,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  0.001-0.01,  $\text{ScF}_3$  0.01-0.1,  $\text{CuF}_2$  0.001-0.003. After that the mixture of initial ingredients is melted and from the melt, the working substance the thermoluminescent neutron detector is grown in form of crystals using Kyropoulos method on air.

EFFECT: obtaining working substance for thermoluminescent neutron detector, with the main operation "TCJI" peak in the high-temperature region at 520-525°C, resistant to neutron fluence of the nuclear reactor to  $10^{16}$ - $10^{18}$  cm<sup>-2</sup>, stores light sum under the effect of neutrons and is capable of storing light sum for several years due to little fading.

2 dwg

Изобретение относится к области дозиметрии нейтронного излучения и может быть пригодно для стационарного контроля плотности потока и флюенсов нейтронов в активной зоне ядерных реакторов, для периодического контроля доз нейтронного облучения реакторных конструкционных материалов, для решения задач радиационного материаловедения, связанных с контролем доз внутриреакторного облучения испытываемых изделий и материалов, пригодно для использования в качестве детекторов сопровождения изделий и предметов медицинского назначения, подлежащих стерилизации в ядерном реакторе, в качестве датчиков для стационарных и аварийных систем контроля ядерных реакторов атомных электростанций, для высокотемпературных измерений флюенса нейтронов стационарных, транспортных и импульсных ядерных реакторов, а также для высокотемпературных измерений флюенсов нейтронов в сверхглубоких скважинах.

Известно рабочее вещество для термолюминесцентного детектора рентгеновского излучения и электронов на основе кристаллов LiF:U, Cu, LiF:U, Sr, NaF:U, Sr и способ его получения [А.И.Слесарев, А.А.Жамангулов, М.М.Кидибаев, В.С.Кортов, Б.В.Шульгин / Термостимулированная экзoeлектронная эмиссия кристаллов фторидов лития и натрия, активированных ураном // Письма в ЖТФ, 2000, том 20, вып.9, с.60-62]. В этих кристаллах, имеющих составы LiF:U, Cu, LiF:U, Sr, NaF:U, Sr и выращенных из расплава по способу Киропулоса, после облучения электронами или рентгеновским излучением, наряду с термостимулированной экзoeлектронной эмиссией (ТСЭЭ), наблюдалась при примерно одних и тех же температурах и термостимулированная люминесценция (ТСЛ) с наиболее высокотемпературными пиками при 610 К (337°C) и 714 К (441°C) для LiF:U, Cu; при 699К (426°C) и 737 К (464°C) для LiF:U,Sr. Для NaF:U,Sr наиболее высокотемпературный пик обнаружен при 702 К (429°C). Однако для известных рабочих веществ для термолюминесцентной дозиметрии с составами LiF:U, Cu, LiF:U, Sr, NaF:U, Sr сведения об их возможных термолюминесцентных свойствах после нейтронного облучения отсутствуют. Кроме того, пики ТСЛ для известных рабочих веществ для термолюминесцентных детекторов расположены при недостаточно высоких температурах не выше 464°C, так что известные рабочие вещества не пригодны для высокотемпературной дозиметрии ионизирующих излучений.

Известны рабочие вещества для термолюминесцентной дозиметрии электронного излучения на основе кристаллов NaF, а именно, NaF:U, NaF:Sr, NaF:Cu, NaF:Pb, NaF:U, NaF:U, Ti и NaF:U, Cr и способы их получения [М.М.Kidibaev, В.К.Dzholdoshev, Т.С.Koroleva, А.И.Slesarev, В.В.Shulgin, V.Yu.Ivanov, А.Н.Tcherepanov, Ch.Pedrin, K.Lebbou / TSEE (and TSL) of NaU-U, Me compounds after electron beam irradiation // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: межвуз. сб. науч. тр. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. Вып.23. С.187-192]. Однако для всех получаемых по известным способам вышеперечисленных рабочих веществ, известных только в качестве термолюминесцентных детекторов электронного излучения, пики ТСЛ расположены при температурах, недостаточных для обеспечения высокотемпературных измерений доз излучения. Например, для NaF-U наблюдается 11 пиков ТСЛ, но самый высокотемпературный зафиксирован при 736 К (463°C). Вышеупомянутые известные рабочие вещества для термолюминесцентных детекторов были выращены из расплава методом Киропулоса в виде кристаллов, однако о возможности их применения для дозиметрии нейтронов в известном источнике не упоминается, поскольку сведений о чувствительности этих составов к нейтронам не имеется.

Известны спектры поглощения и спектры импульсной катодолюминесценции составов LiF, LiF:Sc, LiF:U, NaF, NaF:Eu, NaF:Sr, NaF:Yb, NaF:0,01% U, NaF:0.1% U, NaF:U, Ti, облученных нейтронами с реактора с флюенсом  $10^{16}$  см<sup>-2</sup> [B.V.Shulgin, V.Yu.Ivanov, A.N.Tcherepanov, V.L.Petrov, A.V.Anipko, F.G.Neshov, M.M.Kidibaev, T.S.Koroleva, V.I.Solomonov, O.A.Kaigorodova / Neutron, ion and electron induced defects in activated LiF and NaF single crystals // phys. stat. sol. (c) vol.4, №3, 1126-1129 (2007)]. Однако в известном источнике нет даже упоминания о термолюминесцентных свойствах этих составов после облучения их нейтронами и о возможности использования этих составов в качестве рабочих веществ для термолюминесцентных детекторов.

Известно рабочее вещество для термолюминесцентного детектора нейтронов на основе <sup>6</sup>LiF (с обогащением по изотопу <sup>6</sup>Li) - это термолюминесцентный детектор TLD-700 [Horowitz Y.S et al. Limitation of the paired LiF TLD 600, 700 technique for the estimation of gamma ray dose in mixed n-γ radiation fields: the effect of thermal neutrons. - Nucl. Instr. and Methods, 1970. V.160, p.317-320]. Однако известный детектор TLD-700 предназначен для регистрации только тепловых нейтронов (ядерная реакция <sup>6</sup>Li(n, α)<sup>3</sup>H). Он является почти идеальным детектором тепловых нейтронов для задач персональной дозиметрии. Однако он не применяется для внутриреакторной дозиметрии, поскольку в спектре нейтронов деления доминируют быстрые нейтроны. Известные рабочие вещества TLD-600, 700 непригодны для высокотемпературной (≥350°C) дозиметрии нейтронов, поскольку их рабочие пики ТСЛ расположены при T<350°C.

Известны рабочие вещества для термолюминесцентных детекторов тепловых нейтронов на основе фторидных и оксидных систем [И.Х.Шавер, В.Г.Кронгауз / Термолюминесцентный метод дозиметрии нейтронов // Люминесцентные приемники и преобразователи ионизирующего излучения. Новосибирск. Наука. Сибирское отделение. 1985. С.61-72; Oberhofer M., Jaspert J. / Radiation Dosimeter. - G.B.Patent №1180246, 1970. МПК G01T 1/100]. Это составы на основе LiF, <sup>6</sup>LiF, <sup>7</sup>LiF, Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>-Mn, LiF-Mg, Ti, CuSO<sub>4</sub>-Tm, CaF<sub>2</sub>-Mn, CaF<sub>2</sub>-Dy, CaF<sub>2</sub> природный, BeO, Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>-Tb, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, стекла, Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-Dy и LiF-LiH по G.B.Patent. Однако известные рабочие вещества для термолюминесцентных детекторов (ТЛД) нейтронов обладают пиками ТСЛ при невысоких температурах - ниже 350°C. Это удобно для персональной дозиметрии, однако такие детекторы непригодны для высокотемпературных измерений доз флюенсов нейтронов. Они непригодны для использования в качестве ТЛД детекторов с длительным (годы) сроком хранения дозиметрической информации при повышенных температурах (аварийный режим) хранения детекторов. Они непригодны для измерения доз нейтронов в сверхглубоких скважинах при рабочих температурах от 400°C и выше.

Наиболее близким к заявляемому является способ получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов на основе кристаллов NaF:U [Б.В.Шульгин, И.И.Мильман, А.В.Кружалов, А.Н.Черепанов, Ю.Ю.Упорова, М.М.Кидибаев, Т.С.Королева / О термолюминесценции кристаллов NaF:U, облученных реакторными нейтронами // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: межвуз. сб. науч. тр. Екатеринбург. УГТУ-УПИ. 2008. Вып.24. С.132]. Получаемое по известному способу рабочее вещество для термолюминесцентного детектора на основе кристаллов фторида натрия, активированных ураном, имеет состав (мол.%): NaF 99,99 и UO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,01, причем уран при синтезе кристаллов вводили в шихту в

виде  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ . Кристаллы  $\text{NaF:U}$  получают из расплава методом Киропулоса. Из кристаллов выкалывают пластинки  $5 \times 5 \times 1$  мм, которые используют в качестве рабочих веществ для термолюминесцентных детекторов нейтронов.

Однако кривые термостимулированной люминесценции (ТСЛ) облученных в ядерном реакторе (нейтронами с флюенсом  $10^{16} \text{ см}^{-2}$ ) рабочих веществ  $\text{NaF:0,01 U}$  (мол.%), получаемых по известному способу, имеют рабочие пики ТСЛ при сравнительно невысоких температурах (Фиг.1): пики ТСЛ зафиксированы при  $180\text{-}260^\circ\text{C}$ , при  $350\text{-}375^\circ\text{C}$  для  $\text{NaF:U}$ . Таким образом, рабочие вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов, получаемые по известному способу, непригодны для высокотемпературных измерений флюенсов нейтронов, они непригодны также для хранения или эксплуатации (в условиях сверхглубоких скважин) при температуре  $>420\text{-}450^\circ\text{C}$ : вся запасаемая ими светосумма будет при такой температуре высвечена и информация о флюенсе нейтронов будет полностью утрачена.

Задачей изобретения является разработка способа получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов, обладающего пиками термостимулированной люминесценции при температурах выше  $500^\circ\text{C}$ , устойчивого к высоким флюенсам нейтронов и пригодного для эксплуатации в активной зоне ядерного реактора, для использования в целях дозиметрии нейтронов в радиационных полях с высокой температурой, а также пригодного для длительного хранения при высоких температурах, как элемента базы дозиметрических данных.

Поставленная задача решается за счет того, что для получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов из исходной шихты в виде смеси ингредиентов, содержащей фторид натрия, активированный ураном, в эту исходную шихту дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%):  $\text{NaF } 99,887\text{-}99,988$ ,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,001\text{-}0,01$ ,  $\text{ScF}_3 \text{ } 0,01\text{-}0,1$ ,  $\text{CuF}_2 \text{ } 0,001\text{-}0,003$ .

Суть изобретения заключается в том, что для получения рабочего вещества для ТЛД нейтронов на основе фторида натрия, активированного ураном, готовят исходную шихту в виде смеси ингредиентов, в которую, кроме фторида натрия, активированного ураном, дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%):  $\text{NaF } 99,887\text{-}99,988$ ,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,001\text{-}0,01$ ,  $\text{ScF}_3 \text{ } 0,01\text{-}0,1$ ,  $\text{CuF}_2 \text{ } 0,001\text{-}0,003$ , после чего смесь исходных ингредиентов расплавляют и из расплава выращивают рабочее вещество для ТЛД нейтронов в виде кристаллов методом Киропулоса на воздухе. Получаемые по предлагаемому способу рабочие вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов в виде кристаллов (таблеток) чувствительны к быстрым нейтронам спектра деления (нейтронам активной зоны ядерного реактора), устойчивы к флюенсам нейтронов до  $10^{16}\text{-}10^{18} \text{ см}^{-2}$ , запасают под действием нейтронов светосумму, могут хранить ее в течение нескольких лет, а при нагревании высвечивают ее (светосумму) в виде термостимулированной люминесценции с основным рабочим высокотемпературным пиком ТСЛ при  $520\text{-}525^\circ\text{C}$ , фиг.2.

Пример 1. Для получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов в шихту на основе фторида натрия, активированного ураном, дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%):  $\text{NaF } 99,988$ ,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,001$ ,  $\text{ScF}_3 \text{ } 0,01$ ,  $\text{CuF}_2 \text{ } 0,001$ , после этого смесь ингредиентов тщательно перемешивают, расплавляют в платиновом тигле и из

нее выращивают рабочее вещество в виде кристаллов методом Киропулоса на воздухе. Полученное рабочее вещество для термолюминесцентного детектора применяют в виде таблеток (диаметр 5 мм, толщина 1 мм). При облучении рабочих веществ быстрыми нейтронами спектра деления (нейтронами активной зоны ядерного реактора) до флюенса  $10^{16} \text{ см}^{-2}$  в них запасается светосумма. После хранения рабочего вещества в течение полутора лет при его нагревании была высвечена запасенная при облучении нейтронами светосумма в виде термостимулированной люминесценции с пиками ТСЛ при температурах 160°C, 330°C и 525°C, фиг.2. Основным рабочим пиком ТСЛ рабочего вещества для ТЛД нейтронов, полученного по предлагаемому способу, является высокотемпературный пик при 525°C.

Пример 2. Для получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов в шихту на основе фторида натрия, активизированного ураном, дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%): NaF 99,887,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  0,01,  $\text{ScF}_3$  0,1,  $\text{CuF}_2$  0,003, после этого смесь ингредиентов тщательно перемешивают, расплавляют в платиновом тигле и из нее выращивают рабочее вещество в виде кристаллов методом Киропулоса на воздухе. Полученное рабочее вещество для термолюминесцентного детектора применяют в виде таблеток (диаметр 5 мм, толщина 1 мм). При облучении рабочих веществ быстрыми нейтронами спектра деления (нейтронами активной зоны ядерного реактора) с флюенсом  $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$  в них запасается светосумма. После хранения рабочего вещества в течение полутора лет при его нагревании была высвечена запасенная при облучении нейтронами светосумма в виде термостимулированной люминесценции с пиками ТСЛ при температурах 330°C и 520°C. Кривые ТСЛ аналогичны кривым, приведенным на фиг.2. Основным рабочим пиком ТСЛ рабочего вещества для ТЛД нейтронов, полученного по предлагаемому способу, является высокотемпературный пик при 520°C.

Пример 3. Для получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов в шихту на основе фторида натрия, активизированного ураном, дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%): NaF 99,92,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  0,008,  $\text{ScF}_3$  0,071,  $\text{CuF}_2$  0,001, после этого смесь ингредиентов тщательно перемешивают, расплавляют в платиновом тигле и выращивают рабочее вещество в виде кристаллов методом Киропулоса на воздухе. Полученное рабочее вещество для термолюминесцентного детектора применяют в виде таблеток (диаметр 5 мм, толщина 1 мм). При облучении рабочих веществ быстрыми нейтронами спектра деления (нейтронами активной зоны ядерного реактора) с флюенсом  $8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$  в них запасается светосумма. После хранения рабочего вещества в течение полутора лет при его нагревании была высвечена запасенная при облучении нейтронами светосумма в виде термостимулированной люминесценции с более интенсивными, нежели в Примере 2, пиками ТСЛ при температурах 170°C, 235°C, 330°C и 525°C. Кривые ТСЛ по позициям полос ТСЛ аналогичны кривым, приведенным на фиг.2. Основным рабочим пиком ТСЛ рабочего вещества для ТЛД нейтронов, полученного по предлагаемому способу, является высокотемпературный пик при 520°C.

Пример 4. Для получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов в шихту на основе фторида натрия, активизированного ураном, дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов (мол.%): NaF 99,98,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  0,02, после этого смесь ингредиентов

тщательно перемешивают, расплавляют в платиновом тигле и выращивают рабочее вещество в виде кристаллов методом Киропулоса на воздухе. Полученное рабочее вещество для термолюминесцентного детектора применяют в виде таблеток (диаметр 5 мм, толщина 1 мм). При облучении рабочих веществ быстрыми нейтронами спектра деления (нейтронами активной зоны ядерного реактора) с флюенсом  $10^{16} \text{ см}^{-2}$  в них запасается светосумма. После хранения рабочего вещества в течение полутора лет при нагревании была высвечена запасенная при облучении нейтронами светосумма в виде термостимулированной люминесценции с пиками ТСЛ при температурах 200°C, 240°C и 360°C. Высокотемпературный пик ТСЛ отсутствует. Кривые ТСЛ аналогичны кривым, приведенным на фиг.1. Основным рабочим пиком ТСЛ такого рабочего вещества является низкотемпературный пик при 240°C. Интенсивность термовысвечивания в области основного пика ТСЛ невысокая, она в 3-4 раза ниже, чем для рабочих веществ для ТЛД, получаемых по предлагаемому способу.

Дополнительным преимуществом рабочих веществ для ТЛД, получаемых по предлагаемому способу, является возможность их применения для высокодозных измерений нейтронных, ионных и электронных пучков.

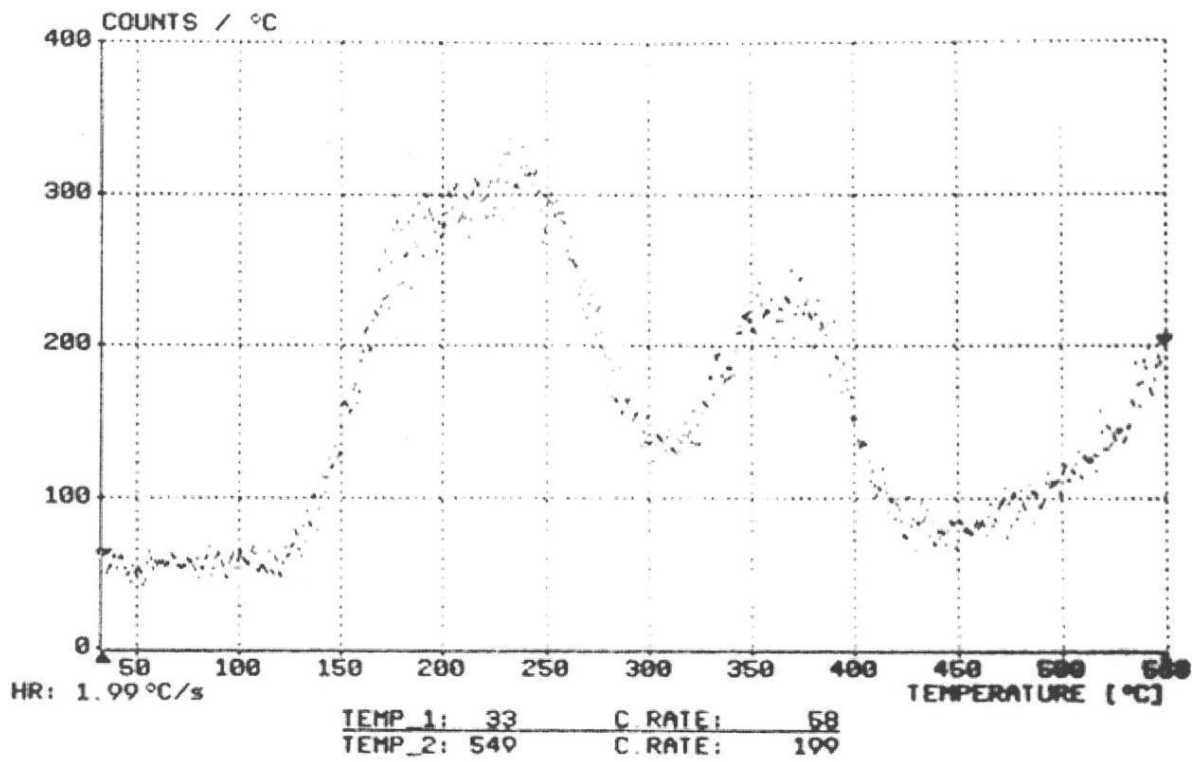
Получаемые по известному способу рабочие вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов, имеющие состав  $\text{NaF:U}$ ,  $\text{Sc}$ ,  $\text{Cu}$ , обладают высокотемпературным пиком ТСЛ при температуре 520-525°C. Они устойчивы к флюенсам нейтронов до  $10^{16}$ - $10^{17} \text{ см}^{-2}$  и выше, имеют малый фединг и соответственно могут хранить и хранят дозиметрическую информацию в течение ряда лет (проверено для 2,5 лет). Предлагаемые рабочие вещества для ТЛД нейтронов пригодны для использования в дозиметрических целях в активной зоне ядерного реактора, пригодны для эксплуатации при высоких температурах в горячих камерах, хранилищах и складах отработанного ядерного топлива от атомных электростанций. Пригодны для работы в сверхглубоких скважинах при температурах до 300-400°C.

#### Формула изобретения

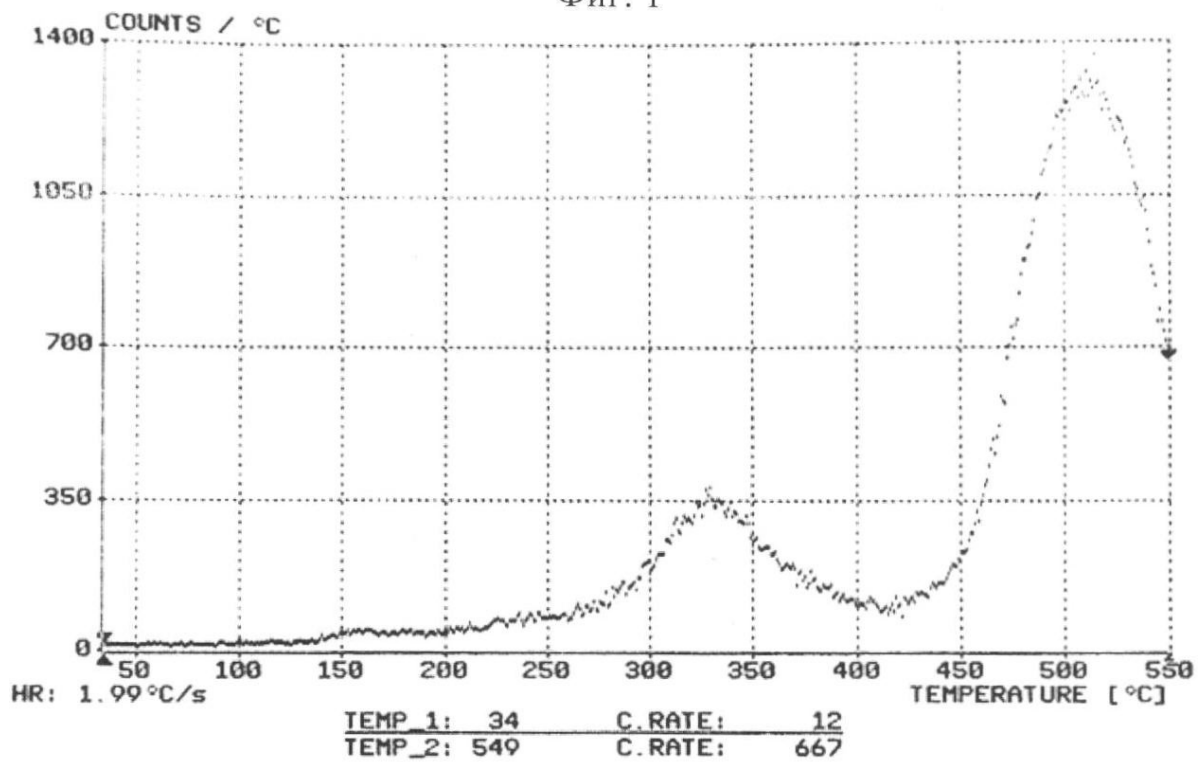
Способ получения рабочего вещества для термолюминесцентного детектора нейтронов из исходной шихты в виде смеси ингредиентов, содержащей фторид натрия, активированный ураном, отличающийся тем, что в исходную шихту дополнительно вводят примеси скандия и меди при следующем соотношении ингредиентов, мол. %:

$\text{NaF}$  99,887-99,988,  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  0,001-0,01,  $\text{ScF}_3$  0,01-0,1,  $\text{CuF}_2$  0,001-0,003.





Фиг. 1



Фиг. 2





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

---

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **12.02.2010**

Дата публикации: **20.11.2011**

---

RU 2 357 273 C1

RU 2 357 273 C1